

# OpenCL を用いた 各種計算資源向けの設計環境の評価

板嶋 公希<sup>†</sup> 渡邊 誠也<sup>†</sup> 名古屋 彰<sup>†</sup>  
<sup>†</sup> 岡山大学大学院自然科学研究科

## 1. はじめに

OpenCLはヘテロジニアスな並列計算環境に適した並列コンピューティングのためのフレームワークであり、主に GPU を利用するための開発言語として用いられてきた。その後、Altera SDK for OpenCL と呼ばれる、OpenCL を用いて高位合成技術によって FPGA を利用するための開発環境が登場している[1]。しかし新しい開発環境のため OpenCL からの FPGA 実装の報告はまだ少ない。

そこで本研究では OpenCL でアプリケーションを GPU, FPGA 上に実装し、それぞれのデバイス上で動作させた際の実行性能の違いや、最適化のための記述の変更が両実装に及ぼす影響について評価を行う。また FPGA 向けの他の高位合成ツールとも比較し、Altera SDK for OpenCL を利用する際の留意事項を明らかにする。

## 2. Altera SDK for OpenCL

旧 Altera 社 (現 Intel 社) によって提供されている Altera SDK for OpenCL は、Linux などのコマンドプロンプトから使用するコマンドラインツールである。OpenCL によって記述されたカーネルコードを入力とし、CPU アクセラレータとして動作する FPGA システムの構成情報を出力する。

## 3. 評価に用いるアプリケーションとその実装手法

本研究ではガウシアンフィルタ, DCT の 2 種類のアプリケーションの実装を行った。2 種類のアプリケーションを OpenCL により GPU に実装するとともに同じソースコードから Altera SDK for OpenCL を用いて FPGA 上にも実装する。その後 GPU 向け, FPGA 向けの最適化が適用されるよう記述の変更を行った。

## 4. 実装と評価

一例として、DCTをCPU (ARM Cortex-A9), GPU (NVIDIA GeForce GTX670), FPGA (DE1-SoC) へ実装した場合の実行時間の比較を図1に示す。GPU, FPGAについてはカーネルプログラムの記述の違いにより `dct_single` などと名付けた数種の実装をそれぞれ行っている。これらの実装結果から以下が判明した。

OpenCLによる同一記述からGPU, FPGAにそれぞれ実装した場合、一方のデバイスでは性能が向上する記述が、もう一方では効果が生じない場合があり、そ

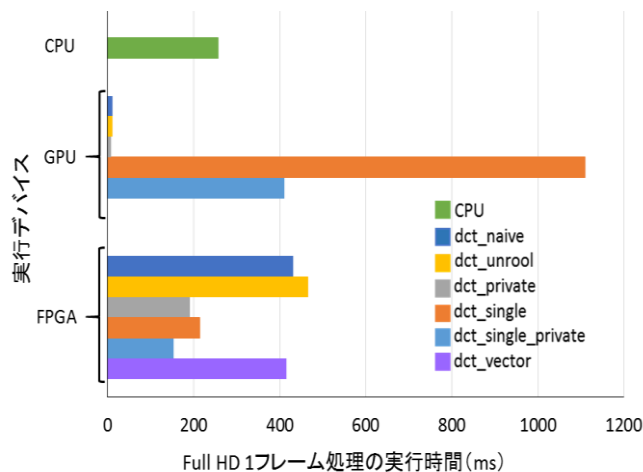


図1. DCTの実装結果

れぞれのデバイスに向けた記述を行う必要がある。

また Altera SDK for OpenCL で指定可能な最適化であっても、本研究で実装したアプリケーションではメモリアクセスがボトルネックとなり、効果が現れないものがあつた。一方メモリに関して、ホスト側ではなく、デバイス内のメモリを使用するように記述の変更を行うことは GPU と FPGA どちらの実装に対しても有効であつた。

高位合成系の比較では最適化手法などの違いにより、実行結果の定量的な比較ができなかったが、Vivado HLS の合成系では最適化により高い効果が見られているのに対し、Altera SDK for OpenCL での最適化ではそれほど大きな効果は得られなかった。これは Altera SDK for OpenCL の使いこなしがまだ不十分であるからとも考えられるが、正確な理由についてはさらに調査が必要である。

## 5. 今後の課題

今後の課題としては、メモリアクセスに対する処理負荷が高く、並列化の効果が見込めるアプリケーションに対する評価が挙げられる。

## 参考文献

[1] 竹村 幸尚, “初めてのAltera SDK for OpenCL,” FPGAマガジン, No.14, pp. 82 - 85, CQ出版社, Aug. 2016.